

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-077744

(43)Date of publication of application : 23.03.2001

(51)Int.Cl. H04B 7/26
H04B 1/76
H04B 7/005
H04B 1/707
H04L 27/22

(21)Application number : 11-249628

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 03.09.1999

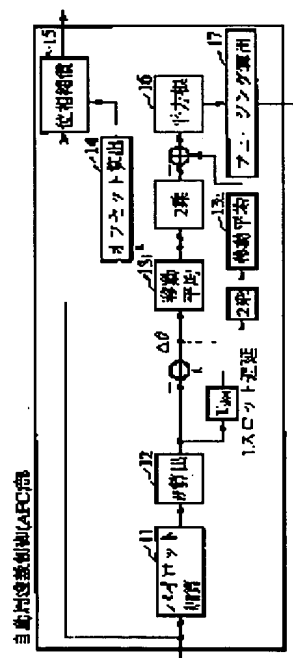
(72)Inventor : SEKI HIROYUKI

(54) SYNCHRONOUS DETECTION DEVICE, TRANSMISSION AND RECEPTION DEVICE, AND INTERFERENCE REMOVAL DEVICE OF MOBILE COMMUNICATION SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the precision of channel estimation when a mobile communication system estimates a channel by using a pilot symbol at the time of the demodulation of phase-modulated signals of BPSK, QPSK, etc., a multi-valued QAM modulated signal, etc.

SOLUTION: A synchronous detecting device is equipped with an estimation part which estimates a propagation path of mobile communication by using a pilot symbol. In this case, the device is equipped with an automatic frequency control(AFC) part which calculates (14) a carrier offset quantity by finding the a moving average (131) of the phase shift quantities $\Delta\theta$ of a receive signal at specific intervals to specific section length and performs phase compensation (15) according to the carrier offset quantity. The AGC part when detecting a carrier offset quantity calculates the standard deviation of the phase shift quantity $\Delta\theta$ and calculates (17) a phasing frequency from the standard deviation. A channel estimation part adjusts a channel estimation section using a pilot symbol according to the phasing frequency estimated by the AFC part.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

【特許請求の範囲】

【請求項1】 移動通信の伝搬路をパイロットシンボルにより推定するチャンネル推定部を備えた同期検波装置において、

該同期検波装置は、一定間隔毎の受信信号の位相変移量を所定の区間長に互って平均したキャリアオフセット量を検出し、該キャリアオフセット量に応じて位相補償を行う自動周波数制御部を備え、

該自動周波数制御部は、該キャリアオフセット量を検出する際に、前記位相変移量の標準偏差を算出し、該標準偏差からフェージング周波数を推定する手段を備え、前記チャンネル推定部は、前記自動周波数制御部により推定したフェージング周波数に応じて、パイロットシンボルを用いたチャンネル推定区間を調整する手段を備えたことを特徴とする移動通信システムにおける同期検波装置。

【請求項2】 前記チャンネル推定部は、前記自動周波数制御部により推定したフェージング周波数に応じて、パイロットシンボルを用いた各チャンネル推定区間に重み係数を乗ずる手段を備えたことを特徴とする請求項1に記載の移動通信システムにおける同期検波装置。

【請求項3】 前記チャンネル推定部は、パイロットシンボルを用いたチャンネル推定値を通過させる1次IIRフィルタを備え、前記自動周波数制御部により推定したフェージング周波数に応じて、該1次IIRフィルタの忘却係数を調整する手段を備えたことを特徴とする請求項1に記載の移動通信システムにおける同期検波装置。

【請求項4】 請求項1乃至3に記載の同期検波装置を備えた送受信装置において、前記自動周波数制御部で推定したフェージング周波数又は前記チャンネル推定部で調整したチャンネル推定区間に応じて、自装置の送信するパイロットシンボルの電力を調整する手段を備えたことを特徴とする移動通信システムにおける送受信装置。

【請求項5】 請求項1乃至3に記載の同期検波装置を備えた送受信装置において、前記自動周波数制御部で推定したフェージング周波数又は前記チャンネル推定部で調整したチャンネル推定区間の情報を、通信相手装置のパイロットシンボル電力調整のために通信相手装置に通知する手段と、通信相手から通知されたチャンネル推定区間の情報を基にして送信するパイロットシンボルの電力を調整する手段とを備えたことを特徴とする移動通信システムにおける送受信装置。

【請求項6】 DS-SSDMA移動通信システムで用いられるマルチステージ型の干渉除去装置であって、各ステージのユーザチャンネル対応の干渉キャンセルユニットに逆拡散処理部及び再拡散処理部を備え、前段ステージから入力される信号に対して逆拡散し、移動通信の伝搬路をパイロットシンボルにより推定し、データシンボルを復調してその復調データを再拡散することにより干渉レプリカを生成し、ユーザチャンネル対応の干渉レプリカ

信号を元の受信信号から減算することにより干渉成分を除去するマルチステージ型の干渉除去装置において、前記逆拡散処理部は、逆拡散した信号に対して位相補償を行う請求項1に記載の自動周波数制御部と、該位相補償した入力信号から伝搬路を推定する請求項1乃至3のいずれかに記載のチャンネル推定部を備え、

前記再拡散処理部は、復調したデータシンボルに対して前記自動周波数制御部と逆の位相補償を行って前記シンボルレプリカを生成する自動周波数制御逆補正部を備えたことを特徴とする移動通信システムにおける干渉除去装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 移動体通信においては、移動局がマルチパス環境を移動することにより、フェージングによる伝搬路変動が生じる。このような環境で信号を受信して復調する場合、伝搬路（フェージング複素包絡線）を推定し、伝搬路補償を行って同期検波をする手法が広く用いられている。

【0002】 ここで、伝搬路を推定することをチャンネル推定と呼ぶ。本発明は、デジタル移動通信システムにおいて、BPSK・QPSKなどの位相変調や、多値QAM変調信号などを復調する際に、データシンボルとともに送信されるパイロットシンボルを用いてチャンネルを推定する同期検波装置、送受信装置及び干渉除去装置に関する。

【0003】 移動体通信においては、基地局と移動局との間で生じるキャリアオフセットによる位相変移を補償するために、自動周波数制御（AFC）回路が用いられる。本発明は、自動周波数制御（AFC）回路においてキャリアオフセット量を検出する際に、フェージング周波数も同時に推定し、推定したフェージング周波数に応じて、パイロット信号を用いたチャンネル推定の区間を調整することにより、精度良くチャンネル推定を行う同期検波装置、送受信装置及び干渉除去装置を実現する。

【0004】

【従来の技術】 図10は移動通信における伝送フレームのフォーマットを示し、図の（A）は送信データのフレーム、図の（B）はパイロットシンボルをデータシンボルに内挿して伝送する場合のフォーマットを示す。

【0005】 図に示すようにパイロットシンボルはデータシンボルの間に一定間隔毎に一乃至複数個内挿され、一定間隔毎の一かたまりのパイロットシンボルをパイロットブロックと称する。また、パイロットブロックに挟まれた領域のデータシンボルをデータブロックと称する。

【0006】 パイロットシンボルは、送信するシンボルがあらかじめ受信側で既知のシンボルであり、送信側と受信側とで時間的な同期確立が行われていれば、受信したパイロットシンボルからチャンネル推定が可能となる。

【0007】ここで、送信側と受信側との時間的な同期確立は、符号化データフレームの前に付加されるプリアンブル、あるいは符号化データに内挿されたパイロットシンボルのパターンにより既に確立されているものとする。

【0008】一つのパイロットブロック内の複数のパイロットシンボルの平均から、そのパイロットブロック位置でのチャネル推定値が求められる。今、 n 番目のパイロットブロック内の k 番目の送信パイロットシンボルを Z_{nk} とする。この位置での、チャネルを ξ_{nk} とすると、受信パイロットシンボルは、 $Z_{nk} \cdot \xi_{nk}$ となる。

【0009】ここで、送信パイロットシンボルの複素共役 Z_{nk}^* を受信パイロットシンボルに乗ずると、その値は $\xi_{nk} \cdot |Z_{nk}|^2$ となり、パイロットシンボルベクトルの大きさは既知であるので ($|Z_{nk}| \equiv 1$ と仮定してもよい)、そのパイロットブロック位置のチャネル ξ_{nk} が推定される。

【0010】実際には、受信パイロットシンボルは雑音や干渉の影響を受け、正確にチャネルを推定することは難しい。そのため、パイロットブロック内で複数のパイ

ロットシンボルの平均を取る。このようにして推定された n 番目のパイロットブロックのチャネル推定値を ξ_n とする。ここで、上付き文字で記した記号は図面等において文字の真上に付した記号を表す。

【0011】隣り合う2つのパイロットブロックによって挟まれたデータシンボルの位置でのチャネルは、それら2つのパイロットブロック位置でのチャネルを平均することにより求められる。

【0012】いま、 n 番目のパイロットブロックと $n+1$ 番目のパイロットブロックとにより挟まれたデータブロックの i 番目のデータシンボルについて考える。送信データシンボルを X_{ni} 、実際のチャネルを ξ_{ni} 、チャネル推定値を $\hat{\xi}$ とする。

【0013】受信データシンボルは、 $X_{ni} \cdot \xi_{ni}$ となるので、これに推定チャネル $\hat{\xi}$ の複素共役 $\hat{\xi}^*$ を乗じ、推定チャネルの絶対値の2乗 $|\hat{\xi}|^2$ で除することにより、チャネルの影響を除去した復調データシンボル X_{ni} が得られる。

【数1】

$$\hat{X}_{ni} = X_{ni} \cdot \hat{\xi}_{ni} \cdot \frac{\hat{\xi}^*}{|\hat{\xi}|^2} \quad \text{----- (1)}$$

【0014】こうして復調されたデータシンボルは、ダイバーシティ合成後、判定回路により判定され、復号器によりデインタリーブや誤り訂正などの復号処理を受け、データとして再生される。このような同期検波回路を含む受信装置の構成を図11に、また、同期検波回路の構成を図12に示す。

【0015】図11において、アンテナから受信した信号は無線部 (Rx) に入力され、無線部 (Rx) は、該受信信号を増幅器 (LNA) により増幅し、バンドパスフィルタ (BPF) により所定帯域外の成分を除去し、ミキサにより局部発振器からの信号 (LO) と乗算して帯域変換し、ローパスフィルタ (LPF) により高域成分を除去し、次段の回路に出力する。

【0016】次段のアナログーデジタル変換回路 (A/D) は無線部 (Rx) からの受信信号を量子化してデジタル信号に変換し、タイミング同期回路111に出力し、タイミング同期回路111は該受信信号を基に同期化を行い、受信信号を同期検波回路112に出力する。

【0017】同期検波回路112は図12に示すように、自動周波数制御回路 (AFC) により受信信号のキャリアオフセットによる位相変移を補償し、チャネル推定部121は前述のチャネル推定値 $\hat{\xi}$ を算出し、その複素共役 $\hat{\xi}^*$ を、遅延部122を通した受信信号に乗算する。

【0018】チャネル推定値の複素共役 $\hat{\xi}^*$ を乗算して得られた復調データシンボル X_{ni} はダイバーシティ合成部123に入力される。ダイバーシティ合成部123は、他の同様な回路から入力される復調データシンボルをダイバーシティ合成し、判定部124は受信信号を閾値と比較して所定のデータシンボルとして判定し、判定したデータシンボルを図11に示す復号器113に出力する。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】 前述の式 (1) から分かるように、実際のチャネル ξ_{ni} とチャネル推定値 $\hat{\xi}$ との差が大きければ、送信データシンボル X_{ni} と復調データシンボル X_{ni} との差も大きくなり、同期検波特性が劣化する。したがって、チャネルを精度良く推定することが、同期検波特性を向上させるために重要である。

【0020】チャネル推定の精度を良くするには、平均するパイロットブロックの数を多くすると良い。しかし、移動局がマルチパス伝搬環境を移動することにより、受信信号はフェージングの影響を受ける。したがって、フェージングによりチャネルが大きく変動する場合は、チャネル推定に用いるパイロットブロック数を多くするとチャネル推定精度が逆に劣化してしまう。

【0021】今、移動局の移動速度を v 、キャリア (搬送波) の波長を λ とすると、最大ドップラー周波数 f_d は、次式で定義される。

【数2】

$$f_d = v/\lambda \text{ [Hz]} \quad \text{----- (2)}$$

【0022】一般に、フェージング周波数が低い場合、例えば、最大ドップラー周波数をパイロットブロックの内挿周期 T_p で規格化した規格化フェージング周波数 $f_d T_p$ の値が、およそ0.1以下となる場合には、復調するデータブロックの両端のパイロットブロックだけでなく、更にその両隣りのパイロットブロックを含めた4つのパイロットブロックを用いてチャンネル推定を行うことにより、同期検波特性が向上する。

【0023】逆に規格化フェージング周波数 $f_d T_p$ がおよそ0.1以上となる場合には、同期検波特性が急激に劣化するため、復調するデータブロックの両端のパイロットブロックだけを用いてチャンネルを推定することにより、特性の劣化を抑えることができる。

【0024】このように、フェージング周波数に応じてチャンネル推定を行う区間（チャンネル推定に用いるパイロットブロック数）を調整することにより、最適な同期検波特性を得ることができるが、実際の移动通信環境においてフェージング周波数を精度良く測定することは容易ではない。

【0025】フェージング周波数を測定する手法として、受信信号のレベル変動を測定したり、又は受信信号のレベルが閾値以下となる頻度を測定する等の方法が知られているが、移动通信のように着信レベルが一般的に低い通信環境では、フェージング周波数を精度良く測定することは難しい。

【0026】その他、パイロットシンボルの位相変動からフェージング周波数を推定する方法が考えられるが、この場合、基地局と移動局の間で生じるキャリアオフセットによる位相変移の影響を受けてしまう。

【0027】そのため、自動周波数制御（AFC）回路によりキャリアオフセットを補償した信号を用いるが、この場合でも自動周波数制御（AFC）回路の補償精度によっては、キャリアオフセットの影響を受けてしまう。更に、フェージングによる位相変動の回転方向は一定ではないため、回転方向の折り返しの頻度によっては、フェージング周波数の推定精度が劣化する。

【0028】以上の理由から、従来の同期検波回路では、チャンネル推定の区間をフェージング周波数に応じて調整することは行わず、フェージング周波数の高い領域で同期検波特性が劣化しないように、フェージング周波数の低い領域でもチャンネル推定の区間を固定的に短く設定しなければならなかった。

【0029】本発明は、自動周波数制御（AFC）回路において、キャリアオフセット量を推定すると同時に、簡単な回路を追加するだけでフェージング周波数を精度良く推定し、チャンネル推定の区間をフェージング周波数に応じて調整して同期検波特性を向上させることを目的

とする。

【0030】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、本発明の同期検波装置は、（1）移动通信の伝搬路をパイロットシンボルにより推定するチャンネル推定部を備えた同期検波装置において、一定間隔毎の受信信号の位相変移量を所定の区間長に亘って平均したキャリアオフセット量を検出し、該キャリアオフセット量に応じて位相補償を行う自動周波数制御部を備え、該自動周波数制御部は、該キャリアオフセット量を検出する際に、前記位相変移量の標準偏差を算出し、該標準偏差からフェージング周波数を推定する手段を備え、前記チャンネル推定部は、前記自動周波数制御部により推定したフェージング周波数に応じて、パイロットシンボルを用いたチャンネル推定区間を調整する手段を備えたものである。

【0031】また、（2）前記チャンネル推定部は、前記自動周波数制御部により推定したフェージング周波数に応じて、パイロットシンボルを用いた各チャンネル推定区間に重み係数を乗ずる手段を備えたものである。

【0032】また、（3）前記チャンネル推定部は、パイロットシンボルを用いたチャンネル推定値を通過させる1次IIRフィルタを備え、前記自動周波数制御部により推定したフェージング周波数に応じて、該1次IIRフィルタの忘却係数を調整する手段を備えたものである。

【0033】また、本発明の送受信装置は、（4）前記（1）乃至（3）に記載の同期検波装置を備え、前記自動周波数制御部で推定したフェージング周波数又は前記チャンネル推定部で調整したチャンネル推定区間に応じて、自装置の送信するパイロットシンボルの電力を調整する手段を備えたものである。

【0034】また、（5）前記（1）乃至（3）に記載の同期検波装置を備え、前記自動周波数制御部で推定したフェージング周波数又は前記チャンネル推定部で調整したチャンネル推定区間の情報を、通信相手装置のパイロットシンボル電力調整のために通信相手装置に通知する手段と、通信相手から通知されたチャンネル推定区間の情報を基にして送信するパイロットシンボルの電力を調整する手段とを備えたものである。

【0035】また、本発明の干渉除去装置は、（6）DS-SSDMA移动通信システムで用いられるマルチステージ型の干渉除去装置であって、各ステージのユーザチャンネル対応の干渉キャンセルユニットに逆拡散処理部及び再拡散処理部を備え、前段ステージから入力される信号に対して逆拡散し、移动通信の伝搬路をパイロットシンボルにより推定し、データシンボルを復調してその復調データを再拡散することにより干渉レプリカを生成し、ユーザチャンネル対応の干渉レプリカ信号を元の受信信号から減算することにより干渉成分を除去するマルチステージ型の干渉除去装置において、前記逆拡散処理部は、逆拡散した信号に対して位相補償を行う前記（1）

に記載の自動周波数制御部と、該位相補償した入力信号から伝搬路を推定する前記(1)乃至(3)のいずれかに記載のチャンネル推定部を備え、前記再拡散処理部は、復調したデータシンボルに対して前記自動周波数制御部と逆の位相補償を行って前記シンボルレプリカを生成する自動周波数制御逆補正部を備えたものである。

【0036】以下に、本発明の基本原理を説明する。基地局と移動局の基準周波数に微差がある場合、受信信号の位相に一定方向の回転が生じる。通常、基地局に比べ移動局の周波数安定度は0.1ppm程度であるため、例えばキャリア周波数を2GHzとした場合、キャリアオフセットの最大値は±200Hzとなる。

【0037】このような大きなキャリアオフセットが生じるとチャンネル推定精度が劣化し、その結果、同期検波特性が劣化する。したがって、移動通信の受信機では自動周波数制御(AFC)部によりキャリアオフセット量を推定し、受信信号に逆方向の位相回転を施すなどの操

作を行い、キャリアオフセットを補償する。

【0038】キャリアオフセット量の推定は、パイロットシンボルの受信位相をある一定間隔毎に検出し、その位相差を求める。このようにして求めた位相差には、キャリアオフセットによる位相回転とフェージングによる位相回転とが含まれる。

【0039】但し、フェージングによる位相回転方向はランダムに変化するため、検出した位相差をある程度の長さの区間で平均することにより、フェージングの位相回転の影響はキャンセルされ、キャリアオフセットによる位相回転のみが算定される。

【0040】図10に示したフォーマットにおいて、n番目のパイロットブロックの平均位相を θ_n 、n+1番目のパイロットブロックの平均位相を θ_{n+1} とした場合、パイロットブロック間の位相差 $\Delta\theta_n$ の平均 $\Delta\bar{\theta}$ は、次式で与えられる。

【数3】

$$\Delta\bar{\theta} = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \Delta\theta_n = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} (\theta_{n+1} - \theta_n) \quad \text{----- (3)}$$

また、キャリアオフセット f_{offset} は次式で求められる。

【数4】

$$f_{\text{offset}} = \frac{1}{2\pi} \frac{\Delta\bar{\theta}}{T_p} \quad \text{----- (4)}$$

ここで、 T_p はパイロットブロックの時間間隔である。

【0041】本発明は、フェージングによる位相回転方向がランダムに変化する性質を利用して、検出したパイロットブロック間の位相差の標準偏差を求めることによ

り、フェージング周波数を推定するものである。

【0042】パイロットブロック間の位相差の標準偏差 $[\Delta\theta]$ は次の式で求められる。

【数5】

$$[\Delta\theta] = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} (\Delta\theta_n - \Delta\bar{\theta})^2} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} \Delta\theta_n^2 - (\Delta\bar{\theta})^2} \quad \text{----- (5)}$$

また、フェージング周波数は、キャリアオフセットと同様に次式で求められる。

【数6】

$$f_d = \frac{a}{2\pi} \frac{[\Delta\theta]}{T_p} \quad \text{----- (6)}$$

ここで、係数aはシミュレーションなどから求められる補正係数である。

【0043】上記式(5)から分かるように、自動周波数制御(AFC)部において、位相差 $\Delta\theta$ の2乗平均を求める回路を追加するだけで、フェージング周波数を推定することが可能になる。また、本発明はキャリアオフセットとフェージング周波数とを分離して推定するため、精度良くフェージング周波数を推定することができる。

【0044】このようにして推定したフェージング周波数に応じて、チャンネル推定に用いるパイロットシンボル区間(パイロットブロック数)、即ちチャンネル推定区間を調整することにより、同期検波特性を向上させることができる。

【0045】フェージング周波数が低い場合は、チャンネル推定に用いるパイロットシンボル数(パイロットブロック数)を多くして、チャンネル推定精度及び同期検波特性を向上させ、逆に、フェージング周波数が高い場合

は、チャンネル推定に用いるパイロットシンボル数（パイロットブロック数）を少なくして、チャンネル推定精度及び同期検波特性の劣化を抑える。

【0046】更に、本発明は、チャンネル推定に用いるパイロットシンボル数に応じて、パイロットシンボルの送信電力を調整することにより、同期検波特性の改善を図る。具体的には、フェージング周波数が低く、チャンネル推定に用いるパイロットシンボル数を多くする場合は、十分な同期検波特性が得られるため、パイロットシンボルの電力を低くすることにより、送信電力を低減し、他局に対する干渉を抑える。

【0047】逆に、フェージング周波数が高く、チャンネル推定に用いるパイロットシンボル数を少なくする場合は、パイロットシンボルの電力を高くして、同期検波特性の劣化を抑える。このようにして、フェージング周波数に応じて同期検波特性の向上と劣化防止を図り、かつパイロットシンボルの送信電力を最適化することができる。

【0048】

【発明の実施の形態】図1はフェージング周波数推定手段を備えた本発明の自動周波数制御部の構成図である。自動周波数制御部（AFC）では、まず、パイロット加算部11によりパイロットブロック内のパイロットシンボルの受信信号を加算し、1つのパイロットベクトルを得る。

【0049】次に、そのパイロットベクトルの位相 θ を位相算出部12により計算する。そして、1スロット前のパイロットベクトルの位相との差を取り、パイロットベクトル間の位相差 $\Delta\theta$ を求める。この位相差 $\Delta\theta$ を移動平均部13₁により所定区間長移動平均した値から、オフセット算出部14によりキャリアオフセット量が算出され、該キャリアオフセット量に応じて位相補償部15により位相補償を行う。

【0050】本発明の自動周波数制御部（AFC）はこの機能に加え、位相差 $\Delta\theta$ の2乗を移動平均部13₂で所定区間長移動平均した値と、位相差 $\Delta\theta$ の移動平均値の2乗との差（分散）を求める。

【0051】そして、その分散値の平方根（標準偏差）を平方根算出部16により算出し、その値を基にフェージング算出部17によりフェージング周波数を算出する。あるいは、平方根演算を省略し、分散値をルックアップテーブルなどに対応させ、フェージング周波数を算出してもよい。

【0052】図2はフェージング周波数に応じてチャンネル推定を行う本発明の同期検波装置の構成図である。同図に示すように、自動周波数制御（AFC）部21は、パイロットシンボルの位相から、キャリアオフセット量を推定するオフセット推定部21₁と、フェージング周波数を推定するフェージング推定部21₂と、キャリアオフセット量に応じて位相補償を行う位相補償部21₃

とを備える。

【0053】フェージング推定部21₂は、推定したフェージング周波数をチャンネル推定部の推定区間制御部22₂に送出し、推定区間制御部22₂はそのフェージング周波数を基に、チャンネル推定に用いるパイロットブロック数を調整する。

【0054】チャンネル推定部22₁は、推定区間制御部22₂により調整されるパイロットブロック数を用いてチャンネル推定を行い、その推定値の複素共役 \bar{x}^* を出力する。同期検波装置は、位相補償遅延部23を通したデータシンボルにチャンネル推定値の複素共役 \bar{x}^* を乗算し、ダイバーシティ合成部24によりダイバーシティ合成を行い、判定部25によりデータシンボルの判定を行う。

【0055】図3はフェージング周波数に応じて推定区間制御を行う本発明のチャンネル推定部の構成図である。同図に示すように、パイロットブロックチャンネル推定部31によりパイロットブロック毎に測定したチャンネル推定値を、1スロットの遅延タップ32₁、32₂、32₃を通した後、それぞれのタップ出力に対して推定区間制御部33はフェージング周波数に応じた重み付け係数を出力し、乗算部34でタップ出力にそれぞれの重み係数を乗算し、加算部35でそれぞれの値を加算することによりチャンネル推定区間を調整する。

【0056】例えば、フェージング周波数が高い場合は、図の乗算器34₀、34₁、34₂、34₃に対する重み係数をそれぞれ、0、1、1、0としてデータブロックの両端のパイロットブロックのみを用いてチャンネル推定値を算出し、フェージング周波数が低い場合は、図の乗算器34₀、34₁、34₂、34₃に対する重み係数をそれぞれ、1、1、1、1としてデータブロックの両端のパイロットブロックと更にその両端のパイロットブロックを用いてチャンネル推定値を算出する。

【0057】図4はパイロットシンボルの電力調整機能を有する本発明の送受信機の第1の構成図である。同図において受信機の同期検波回路41は図2に示したものと同様のものである。同期検波回路41の自動周波数制御（AFC）部により推定したフェージング周波数を基に決定したチャンネル推定区間の情報を、送信機のパイロット電力調整部42に送出し、パイロット電力調整部42は該チャンネル推定区間の情報に応じて、自送信機のパイロットシンボルの送信電力を調整する。送信機における符号化データをフレーム化し変調して送信する構成は、通常の送信機の構成と同様である。

【0058】フェージング周波数が低くチャンネル推定区間が長い場合は、パイロット電力を小さくし、逆に、フェージング周波数が高くチャンネル推定区間が短い場合は、パイロット電力を大きくする。

【0059】このようなパイロット電力調整は、フェージング周波数が移動局の移動速度によって決まる値であ

ることから、送受信の双方向において、フェージング周波数が等しいことを利用している。したがって、通信相手装置においても同様なチャンネル推定区間調整手段及びパイロット電力調整手段が備わっていることが、本発明の効果を得る上で望ましい。

【0060】図5はパイロットシンボルの電力調整機能を有する本発明の送受信機の第2の構成図である。同図において受信機の同期検波回路51は図2に示したものと同様のものである。同期検波回路51の自動周波数制御（AFC）部により推定したフェージング周波数を基に決定したチャンネル推定区間の情報を、パイロット電力調整値として、自局送信機のフレーム化部52において送信データとしてフレーム化し、通信相手装置に通知する。

【0061】通信相手装置では、送られてきたパイロット電力調整値をパイロット電力調整値抽出部53により抽出し、該情報を基に送信パイロット電力を調整する。なお、この場合、通信相手装置に通知する情報は、自装置のチャンネル推定区間の情報でもフェージング周波数の情報でもよい。

【0062】図6は本発明のマルチステージ型の干渉除去装置の構成例である。受信信号は各ユーザチャンネル対応の干渉キャンセルユニット（ICU）61₁～61_kに入力される。各干渉キャンセルユニット（ICU）61₁～61_kは、遅延波（パス）毎に入力信号に対して逆拡散処理を行い、シンボルレートに変換し、シンボルの仮判定を行って再び拡散し、干渉レプリカを生成する。

【0063】マルチステージ型の干渉除去装置は、各ユーザチャンネル対応の干渉キャンセルユニット（ICU）61₁～61_kで生成された干渉レプリカを元の受信信号から減算した残差信号を次のステージの干渉キャンセルユニット（ICU）に出力する。また、再拡散前のパス毎に分解されたシンボルレプリカも次のステージの干渉キャンセルユニット（ICU）に出力する。

【0064】図7は本発明の干渉キャンセルユニット（ICU）の構成例である。干渉キャンセルユニット（ICU）は、パス毎の逆拡散処理部71及び再拡散処理部72を備える。逆拡散処理部71は前段ステージから入力される信号に対して逆拡散部711と自動周波数制御部712とチャンネル推定部713とを備える。

【0065】自動周波数制御部712は前述の同期検波装置と同様にフェージング周波数を検出し、チャンネル推

定部713はフェージング周波数に応じて調整されたチャンネル推定区間のパイロットシンボルを用いてそれぞれのパスの伝搬路を推定し、ここで推定された伝搬路の複素共役を元の信号に乗じることにより、伝搬路の影響を取り除く。各パスの逆拡散処理部71のこれらの信号は、レイク合成部73によりレイク合成され、仮判定部74によりデータシンボルの復調（仮判定）が行なわれる。

【0066】そして、再拡散処理部72では、この仮判定データシンボルに先程のチャンネル推定値を乗じて再びそれぞれのパスに分解した後、再拡散部722により再拡散を行う。各パス毎の再拡散信号をレイク合成部75でレイク合成し、干渉レプリカが生成される。なお、自動周波数制御（AFC）部712で行ったキャリアオフセットの位相補償を干渉レプリカ生成時に元に戻すため、補償した位相を自動周波数制御（AFC）逆補正部721により元に戻す。

【0067】図8は本発明の干渉除去装置の最終ステージの受信機の構成例を示す。最終ステージの受信機は、前述の干渉キャンセルユニット（ICU）の逆拡散処理部と同様の逆拡散処理部81を備え、レイク合成部82によるレイク合成までは干渉キャンセルユニット（ICU）と同じ処理を行う。データ復号部83は、デインタリーブ、軟判定誤り訂正復号などのデータ復号処理を行う。

【0068】図9は本発明の干渉キャンセルユニット（ICU）におけるチャンネル推定部の構成例を示す。干渉キャンセルユニット（ICU）では処理遅延を短くするために、チャンネル推定に要する遅延を短縮する必要がある。

【0069】そのため、図に示すように、パイロット受信信号に既知のパイロットシンボルの複素共役を乗じて算出したチャンネル推定値を、忘却係数 β の1次IIR（Infinite Impulse Response）フィルタに通すことにより、複数パイロットシンボルに対してチャンネル推定区間を可変とする平均操作を行う。即ち、自動周波数制御（AFC）部により推定したフェージング周波数に応じて、1次IIRフィルタの忘却係数 β を調整する。

【0070】 n 番目のパイロットブロックあるいは n シンボル目のチャンネル推定値を $\xi(n)$ とすると、これまでのチャンネル推定値との平均値 $\xi_{ave}(n)$ は、次式で表される。

【数7】

$$\xi_{ave}(n) = \beta \cdot \xi_{ave}(n-1) + (1-\beta) \cdot \xi(n) \quad \text{----- (7)}$$

【0071】フェージング周波数が低い場合は、忘却係数 β の値を大きくすることにより、チャンネル推定の平均区間を長くする。逆に、フェージング周波数が高い場合は、忘却係数 β の値を小さくし、チャンネル推定の平均区間を短くすることができる。

【0072】なお、以上説明した実施形態は、図10に示したようにパイロットシンボルがデータシンボルに内挿されたフレームフォーマットにより伝送される場合であったが、本発明は、例えば、データシンボルをIチャンネルに、パイロットシンボルをQチャンネルに割り当てた

I/Qパイロット多重などのように、パイロットシンボルがデータシンボルと並列に伝送される場合においても同様に適用可能であることはいうまでもない。

【0073】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、移動体通信において必須の機能である自動周波数制御(AFC)部に位相変移量の標準偏差を算出する機能を追加し、位相変移量の標準偏差からフェージング周波数を推定することにより、キャリアオフセットの影響を受けずに、フェージング周波数を精度良く推定することができる。

【0074】また、推定したフェージング周波数に応じてしてチャンネル推定区間を調整することにより、チャンネル推定の精度を向上させることができ、同期検波特性を向上させることができる。更に、チャンネル推定区間に応じてパイロットシンボルの送信電力を調整することにより、必要な送信電力を低減し、他局に対する干渉を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】フェージング周波数推定手段を備えた本発明の自動周波数制御部の構成図である。

【図2】フェージング周波数に応じてチャンネル推定を行う本発明の同期検波装置の構成図である。

【図3】フェージング周波数に応じて推定区間制御を行う本発明のチャンネル推定部の構成図である。

【図4】パイロットシンボルの電力調整機能を有する本発明の送受信機の第1の構成図である。

【図5】パイロットシンボルの電力調整機能を有する本発明の送受信機の第2の構成図である。

【図6】本発明のマルチステージ型の干渉除去装置の構成例を示す図である。

【図7】本発明の干渉キャンセルユニット(ICU)の構成例を示す図である。

【図8】本発明の干渉除去装置の最終ステージの受信機の構成例を示す図である。

【図9】本発明の干渉キャンセルユニット(ICU)におけるチャンネル推定部の構成例を示す図である。

【図10】移動通信における伝送フレームのフォーマットを示す図である。

【図11】従来の受信装置の構成を示す図である。

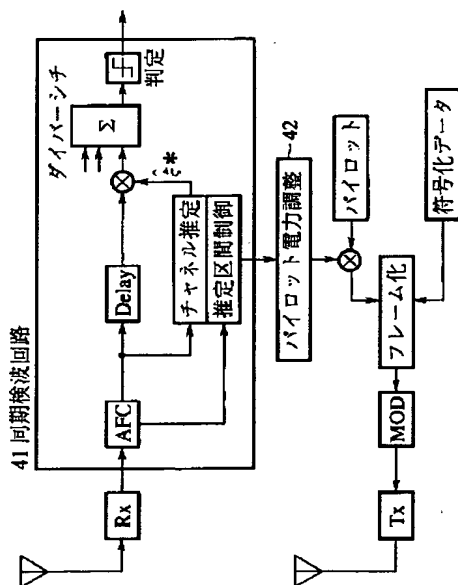
【図12】従来の同期検波回路の構成を示す図である。

【符号の説明】

- 11 パイロット加算部
- 12 位相算出部
- 13₁, 13₂ 移動平均部
- 14 オフセット算出部
- 15 位相補償部
- 16 平方根算出部
- 17 フェージング算出部

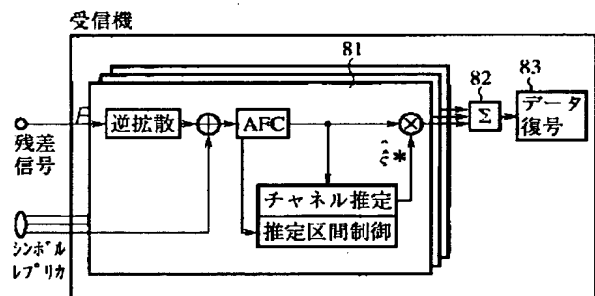
【図4】

パイロットシンボルの電力調整機能を有する
本発明の送受信機の第1の構成



【図8】

本発明の干渉除去装置の最終ステージの受信機の構成例



【図12】

112 同期検波回路

